

$$I_{ES} = \frac{E}{R_i + R_m}$$

$$I_m = \frac{E \cdot R_x}{R_i R_m + R_x (R_i + R_m)} \quad (\text{Non linear})$$

ممكن تكون شبه خطية اذا كان  $R_x (R_i + R_m)$  قيمة صغيرة جداً مقارنة مع الرقم الثاني  $R_i R_m$

$$S = \frac{I_m}{I_{ES}} = \frac{R_x (R_i + R_m)}{R_i R_m + R_x (R_i + R_m)}$$

$$R_i \gg R_m$$

$$S = \frac{I_m}{I_{ES}} = \frac{R_x}{R_m + R_x}$$

# مثال هذه الطريقة :-

1- التخرج Linear

2- عند زرع لقياس المقاومة الصغيرة

# ملاحظة :-

1- يحتاج لفك وفتح ال Switch

2- استخدم لقياس المقاومة الصغيرة فقط



The full scale current ( $R_x = 0$ ) is:

$$I_t = E/R_h$$

$$I_2 R_2 = I_{fsd} R_m$$

↳ Full scale deflection

$$R_2 = \frac{I_{fsd} R_m}{I_t - I_{fsd}}$$

$$I_{fsd} = I_m$$

× غير انحراف الطريقة

لما يوصل الجهاز إلى التيار = 0

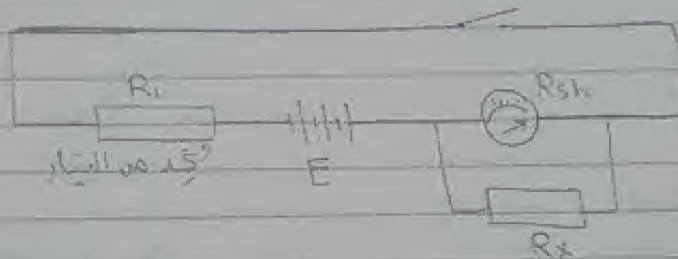
× عيوبها :

Non-linear التدرج

### 3] Shunt ohmmeter

← المقاومة المراد قياسها تقابل توالي مع meter

← التدرج غير متساوي



← عند غلق ال Switch ووصل  $R_x$  من الدارة ، الجهاز يعطي قراءة  
ال F.S

لذا يجب فتح ال Switch عند وصل  $R_x$  كي لا تستنفد البطارية

$$I_{s.c} = \frac{E}{R_i}$$

S.C ← عند غلق  $R_x$

$I_{s.c}$

دا أكبر تيار ممكن يمر في الدارة و لكن الجهاز لا يقدره لأنه لا يمر في سلك  
الجهاز هيمر في ال S.C فقط

← كلما قل ال  $R_x$  كلما قل التيار المار في  $R_m$

← كلما زادت ال  $R_x$  زادت قراءة التيار





## [2] Series ohmmeter

هو جهاز PMMC لقياس المقاومة  
meter

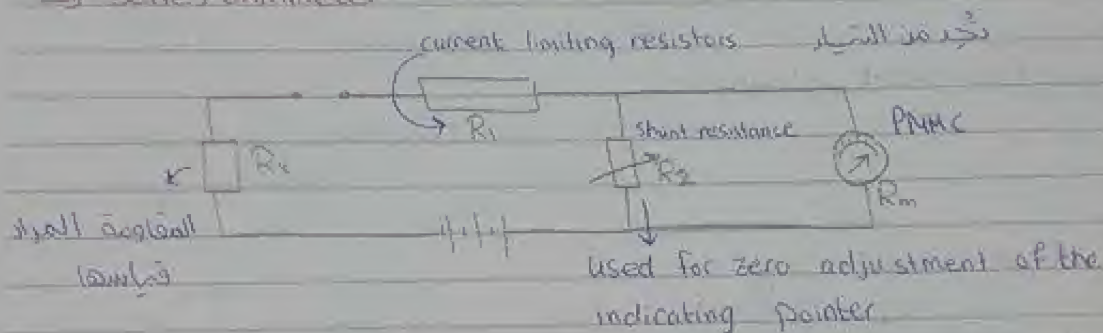
هو الجهاز مع ال Scale ، Spring ، Pointer  
(المكونات الأساسية للجهاز)

Ammeter لقياس التيار ويمكن

Voltmeter لقياس الجهد ويمكن

ohmmeter لقياس المقاومة ويمكن

⇒ Series ohmmeter



هذا الجهاز يقرأ بتدرج متناقص ويمكن

Full scale ← المقاومة الصغرى = صفر  
→ (short circuit)

المقاومة العظمى = ∞ ← لا يوجد تيار في الدارة  
→ (open circuit)

$$R_h = R_{eq. fs} = R_1 + (R_v || R_m)$$

المقاومة الصغرى

$$\rightarrow R_v = 0 \rightarrow s.c$$

التيار

"Full of full scale deflection resistance"

4. كيف نحصل على ohmmeter

$$R_m, I_m, E, R_h$$



مقاومة G  
د. أحمد رفعت

## Resistance measurements:

← طرق قياس المقاومة الكهربائية:

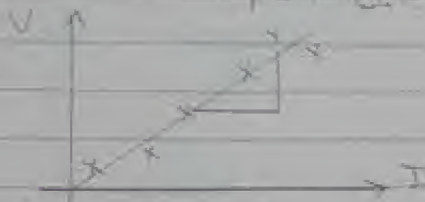
- 1- Ammeter-Voltmeter method
- 2- Series ohmmeter
- 3- Shunt ohmmeter على التوالي
- 4- DC & AC Bridges

### 1- Ammeter-Voltmeter method

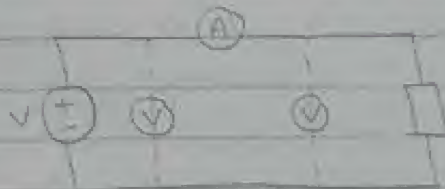
يتم قياس الجهد وقياس التيار وأخذ المقاومة من العلاقة

$$R = \frac{V}{I}$$

والفضل إلى أن نرسم علاقة بين  $V$  و  $I$  ونجيب على السؤال المستقيم  
← نرسم الخط بشكل متعامد بالنسبة لجميع القيم



← وضع جهاز الأميتر والفولتميتر بحيث تكون قيمة المقاومة كبيرة وصغيرة  
لتحقيق أقل قيمة لل errors



عيوب هذه الطريقة:

- 1- بوجود error في الأميتر و error في الفولتميتر سيكون محصلة  
ال errors من قيمة المقاومة كبيرة





## Effect of ammeter insertion

حساب نسبة الخطأ في مقاومة البستار حيث يجب أن تكون مقاومة مقاييس  
الأميتر.

$$\text{error} = \frac{V}{R_L} - \frac{V}{R_L + R_m}$$

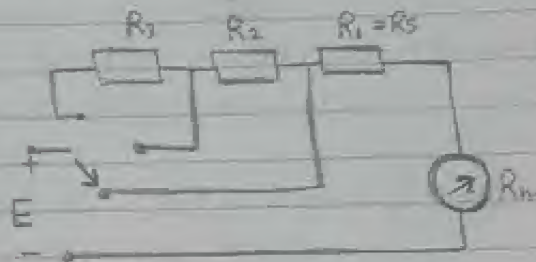
# كلما كانت مقاومة الأميتر أصغر كلما كانت قراءة الأميتر أكثر دقة  
← نصير في السؤال

The moving coil instrument as a voltmeter.

200, 100, 50V

$$R_s = \frac{V}{I_m} - R_m$$

$$= \frac{50}{100 \mu A} - 1K\Omega$$



$R_1 = R_3 \rightarrow$  position 1 مع

$R_2 = R_1 + R_3 \rightarrow$  position 2 مع

$R_3 = R_1 + R_2 + R_3 \rightarrow$  position 3 مع

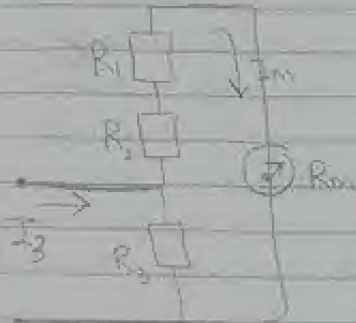
# ممكن أجب المقاومة الإجمالية من الـ sensitivity

← يوصل الفولتميتير على التوالي حيث يكون مقاومته  $(\infty)$   
# كلما كانت مقاومة الفولتميتير أكبر كلما كانت القراءة أكثر  
دقة (عالي sensitive)



Position 3

المقاومة الكلية  
= 5 اهم



$$R_3 \times (I_3 - I_m) = (R_1 + R_2 + R_m) I_m$$

Three sections = 3 resistors

→ ex.

5A →  $I_3$  في position 3  
500 mA  $R_{sh}$  لا يمكن فصل التيار أكبر  
50 mA لا يمكن

5A, 500A, 50A

تغيير في المقاومة

$$\textcircled{1} R = \frac{I}{I_m} = \frac{5}{1 \times 10^{-3}} = 5 \times 10^3, \textcircled{2} R_{sh} = R_m / (n-1) = 100 / (5 \times 10^3 - 1) = 0.02 \Omega$$

$$\textcircled{2} R_3 = \frac{I_m}{I_3} (R_{sh} + R_m) = \frac{1 \times 10^{-3}}{100} (0.02 + 100) = 0.001 \Omega$$

$$\textcircled{3} R_2 = \frac{1 \times 10^{-3}}{50} (0.02 + 100) = 0.001 = 0.001 \Omega$$

$$\textcircled{3} R_1 = R_{sh} - (R_2 + R_3) = 0 \Omega$$



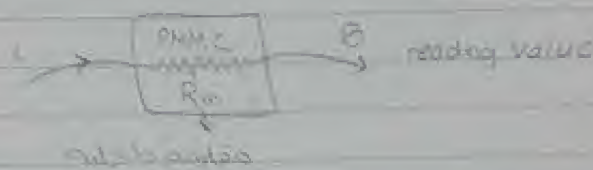


### الخصائص الكهربائية :-

- 1- يستهلك قدرة صغيرة ( $250 \mu W - 20 \mu W$ )
- 2- حساسية لدرجة الحرارة (توفير وسيلة تبريد)

العيوب :-

- (1) يحد من الوقت الذي يمكن فيه أن يكون errors
- (2) لا (control) القيمة من سرعة
- (3) تاتي لأدق كيرة



زيادة حساسية المقاييس ←  $R_m$  تزداد  
تقليل مساحة المقطع ←  $R_m$  تزداد

$$R_T = R_m \parallel R_{sh} \quad \text{المقاومة الكلية}$$

تستمر الحركية لميكانيكية  
وأنحدر ال Scale مع الوقت  
نفسه

I	$I_m$	$\rightarrow$
mA	100	1000
200	2	200

# لوحات إدخال تيار كبير أصغر  $R_m$

$$I_m = 1 \text{ mA}$$

$$I_{sh} = 20 - 1 \text{ mA}$$

$$I = 20 \text{ A}$$

# لوحات المساحة التيار قليل الدقة

$$I_m = 1 \text{ mA}$$

$$I_{sh} = 10 - 0.5 \text{ mA}$$

$$I = 10 \text{ A}$$

كلما دخل المسألة تركيب الإنسان

$$I_m R_m + R_{sh} (I - I_m)$$

لدينا من هنا



#

يقرأ يس

## Permanent Magnet Moving Coil (PMMC) → indicate

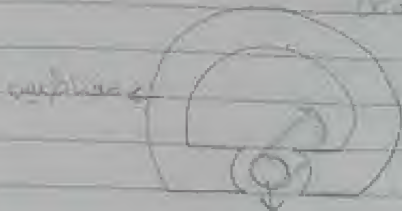
في تصميمه لا يوجد الملف في وسط مجال مغناطيسي + المجال Permanent Magnet  
فيكون هناك يحرك المؤشر -

Spring control → Linear scale

Drift (systematic error) DC يقرب #

# يوجد Eddy current ليس damping

لا يوجد مقياس (metal) طويلا في ذلك



المحرك



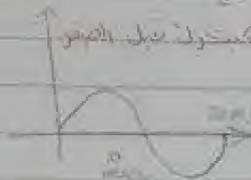
DC → المحرك من الطاقة (كان تابع حالي)

المؤشر بين هيقوا (ratio) 1 -

لتحده وجود قوتين متساويتين 2 -

3 - المقيد ومتساويين في الاتجاه في المحصلة = صفر

عندما يحدث لو أننا إشارة AC على (PMMC) S



لو كان

عند تلك الملف في حالة الاستواء

$$T = \text{deflection torque} = BILNd$$

N حالي

Magnet

Average



I: coil current

d: width of coil

تغير مع تغير التيار

$$T = Ki$$

تأثير H. coil

$$T = T_c = Ki = c\theta$$

Linear  $\propto \theta$ 

أفيسر بار صغير الزوايا كبيرة ؟ لا الزوايا

لو كانه قراءة دقيقة

لو كانه ضيق من القوة متساوية

$$i = \frac{c}{K} \theta$$

$$K = BLNd$$

1 - أزداد عدد اللسان

عشان المقاومة الداخلية

هتزيد

B زخم يكون صغير



2 - زيادة أبعاد الملف 5 أضعاف



Control Torque  $\rightarrow$  Spring  
 $\rightarrow$  Gravity

13

Damping Torque  $\rightarrow$  mechanical  
 $\rightarrow$  electromagnetic

one  $\rightarrow$  Over damping  
 $\rightarrow$  Under d  
 $\rightarrow$  Critical d

PAGE  
DATE

$$T_D = \text{constant} + D \frac{d\theta}{dt} \quad (\text{Air, Liquid, eddy currents})$$

(Solid)  $\neq \frac{d\theta}{dt}$

$$\therefore T_D = D_m \frac{d\theta}{dt}$$

$$T_D = D_e \frac{d\theta}{dt}$$

$$D = D_m + D_e$$

$$\therefore T_D = D \frac{d\theta}{dt}$$

$$\rightarrow T = J \frac{d^2\theta}{dt^2} + D \frac{d\theta}{dt} + c\theta$$

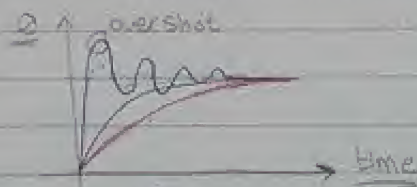
Dynamic response  
 شكل الحركة بين وضعي السكون

1. Steady state

$$T = c\theta \quad (\text{spring})$$

$$T = c \sin \theta \quad (\text{Gravity})$$

شكل  $\theta$  و time يعتمد على  $(J, D, c)$



$\{D\}$

$$D > \sqrt{4cJ}$$

over damping

- slow

- without oscillations

$\{D\}$

$$D < \sqrt{4cJ}$$

under Damping

- very fast

- with oscillations

التيار overshoot

$\{D\}$

$$D = \sqrt{4cJ}$$

Critical Damping

كأن لا تسرع

over Dam. من

وأنها من Under

- without

oscillations

$\therefore$  over damped لو زمن الوصول غير مهم

الأفضل ولكن الوصول

Under damped

في  $\theta$  (overshoot) أقل

أفضل (أقل) improve

بالتصميم

2- أقل في parameters

كل مشكلة لا تقبل



ملاحظة 4 :-

Damping Torque :-

at steady state  $\Rightarrow T_D = 0$  (تساريد)

-: Damping الزوايا

التي تكسر حركة الأجزاء المتحركة 2- يمنع الاهتزازات

Stabilize the motion  $\leftarrow$  حركة متزنة 2-High Damping  $\rightarrow$  Large time till balance طويlow Damping  $\rightarrow$  high oscillations ذبذبةover shooting  $\rightarrow$  المؤشر يستمر بعد أن يصل إلى مكانه  $\uparrow$  تجاوز

$$T_D = D \frac{d\theta}{dt}$$

D: زاوية الانحراف

D: Damping mechanism بقاء

Damping طرق

1. Air

 $\rightarrow$  not effective $\rightarrow$  ليس بفعالة المؤثر

يكون تأثيره

Air Damping أقل

D &gt;

2. Solid Friction

 $\rightarrow$  very small $\rightarrow$  قليل تأثيره

Air damping

piston

مع حركة المتحرك  
الأجزاء المتحركة

3. liquid

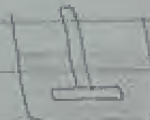
D &gt;&gt;

الزيت المتحرك

سائل لزج

 $\rightarrow$  more effective $\rightarrow$  الوصل

Kept vertical



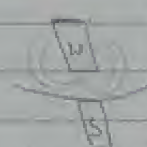
4. eddy current

دوامات حثية

D &gt;&gt;&gt;

 $\rightarrow$  The most effective

في هذا الأسلوب



Dis: يولد تيار

يعاكس المجال

الأمي فيولد

damping

فيكون تياره معاكس للمجال

يعاكس على المساحة التي يتحركها (المجال)

☐ Mechanical damping

تحتك

☐ Electromagnetic

D &gt;&gt;&gt;

normal friction

لا هو ولا زيت

$$\neq \frac{d\theta}{dt}$$





## # disadvantages:-

- Non Linear
- Should keep vertical → Spring لا يعمل

## # Advantages:-

- Cheap
- Unaffected by temperature
- غير قابل للتأثر بالحرارة

من الجاذبية gravity

The deflecting torque is proportional with the square of the current. A current = 2A,  $\theta = 90^\circ$ . What is the current of  $\theta = 45^\circ$ .

a) Spring      b) Gravity

$$T \propto I^2$$

$$T = KI^2$$

$$\text{(Spring)} \quad T_c = C\theta$$

$$\text{(Gravity)} \quad T_c = C \sin \theta$$

S.S	$T = T_c$	$\frac{I_1^2}{I_2^2} = \frac{\theta_1}{\theta_2}$	$I_2 = 1.414 A$
	$KI^2 = C\theta$	$\frac{(2)^2}{I_2^2} = \frac{90^\circ}{45^\circ}$	(Spring)
	$= C \sin \theta$		

S.S	$\frac{I_1^2}{I_2^2} = \frac{\sin(\theta_1)}{\sin(\theta_2)}$	$I_2 = 1.682 A$	(Gravity)
-----	---	-----------------	-----------

لأن الجاذبية أكبر من الزخم الزاوي

For the same deflection angle, the instrument using (Gravity Control) Larger value could be determined.

[ comment: كل مسألة يكتب comment ] ←



## [2] Control Torque

• وظائفه :-

# الوصول حالة السكون عند القوة المتأثير (المؤثر يتغير في المصغر)

⇒ at steady state

# يعاكس العزم الاضائي (الانحراف)

$$T = T_g + T_c$$

$$T = T_c$$

$$K \phi = T_c$$

الأنواع

## L Spring Control

$$T_c \propto \phi$$

$$T_c = C \phi$$

ثابت

$$T = K \phi = C \phi$$

$$\phi = 0$$

$$T \propto \phi \rightarrow \text{linear}$$

(أي زيادة في التيار يقابلها زيادة في القوة الاسترجاعية)

من حساب الجهد

$$I^2 \propto \phi \rightarrow \text{Non-linear}$$

أو

$$I \propto \phi \rightarrow \text{Non-linear}$$

Spring made of

1. non-magnetic → (المغناطيسية)
2. Low specific resistance
3. Low temperature
4. not subjected to much weakness

لأنه هبوط مجال

## L Gravity Control

أوزان صغيرة يغيرها بسهولة كما في حالة الاتزان

$$T_c \propto \sin(\theta) \rightarrow \text{Non-linear}$$

$$T_c = C \sin \theta$$





## Dynamic performance of Analogue instruments :-

كيفية الوصول من حالة الاتزان لحالة أخرى  
# حركة المؤشر يعتمد على وزن المؤشر

$$T = K \cdot \theta \quad \text{N.m}$$

يعتمد على

1- نوع الجهاز 2- الحجم

Two Torques

$$T_1 = T_2$$

$$I_1 = I_2$$

$$\rightarrow$$



magnetic

(I) At steady state the deflecting torque =  $T_f + T_c + T_D$

$T_f$ : inertia torque عزم القصور

$T_D$ : damping torque

$T_c$ : control torque

### (II) Inertia Torque

# الأجزاء المتحركة تسبب عزم قصور (يُحاسب العزم الذاتي)

• Transient موجود في

• equal zero at steady state  $\rightarrow$

المؤشر ثابت  $\Rightarrow$  ثابت

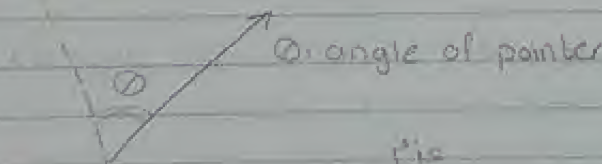
$\therefore T_f = 0$

$$\uparrow T_f = \uparrow \frac{J d^2 \theta}{dt^2} \Rightarrow \text{angular acceleration}$$

mass of moving parts (pointer)

كلما زاد عزم القصور  $T_f$  يزيد

zero



$\theta$ : angle of pointer

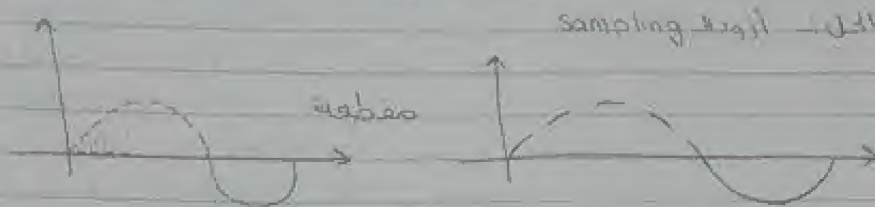
عزم

كتلة

العلاقة بين (J) inertia & mass (m)



## 7) Digital measurement method



أقرب للشكل (أفضل)

# كل ما المقياس يكون كلما الشكل أفضل

analogue → خطي

يفصل المقياس digital عن analogue لأن analogue خطي

### → Types of measuring instrument

→ ① (Display) عن طريق العرض

# Analogue instruments

# Digital instruments → 1, 2, 3, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000

→ ② عن طريق التركيب الداخلي

# Mechanical instruments

# Electrical instruments → (B, L, C) Rating أعلى (220V)

# Electronic instruments → (Diode, Transistors) أسهل

(transient) يعمل استجابة في الترانزستور

multi-Functions

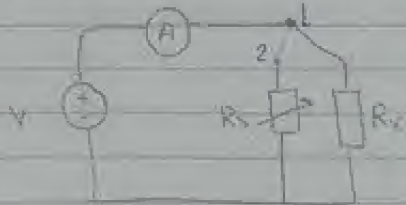
analogue

	1 Mechanical	2 Electrical	3 Electronic (Digital)
elements	أجزاء ميكانيكية	R, L, C	Diode, Transistors
Rating	منخفضة	عالي (أقل من 1)	قليل
Size, weight	أكبر بكثير	عالي	صغير جداً
Fast response	بطيء	بعض (أفضل من 1)	سريع جداً
multi-function	لا يوجد	قليل	يوجد
maintenance	كلما كان معقد تزداد الصيانة المطلوبة	أسهل	أسهل (أفضل)





### [3] Substitution method



تحدد القيمة مع الحساس على نفس قيمة التيار (الأمبير)

كان عند 1 وتم حساب التيار بوجود المقاومة  $R_x$ .

وهي تم تغيير ال switch إلى 2 وتغير

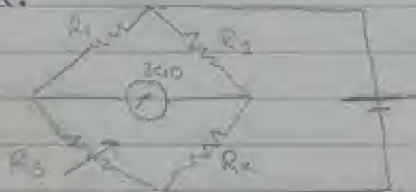
قيمة المقاومة المتغيرة  $R_s$  حتى الوصول

لنفس قيمة التيار في هذه الحالة

$$R_s = R_x$$

### [4] Null measurement method (bridge)

ex.



لتحديد قيمة  $R_x$  نثبت مقاومات

$R_1$  و  $R_2$  ونغير قيمة  $R_3$

(المتغيرة) طالما المؤشر

يقف عند الصفر  $R_x = R_3$

# وبعدين شوية حسابان

high accuracy ← جهاز دقيق للمؤشر يوقف عند الصفر

معتمدة على دقة الجهاز المستخدم ، الأمبير (Range)  $A \cdot mA$   
 • المميزان - 1 - حسابان - 2 - المقاومة من معتمدة

→ sensitive mA,  $\mu A$

### [5] Differential measurement "analogue" method

من يحتاج أتيان (No balance) السبر : عاين المؤشر تحول (التيار) عشان يقرأ.

يستخدمه لعاينه اقول باستقرار

صيفقت استخدم الطريقة دي في الترانزيست لأن التغير → transient

جها لسريع جداً وممكن للأدوية حركة المؤشر بطيئة

### [6] null - differential measurement "analogue" :-

بتجمع بين ال [4] و [5]

المؤشر يتحرك بقيمة ال difference . الجهد الأقصى 220v فولت أتيان

أدقير بقيمة أد ايه بالنسبة لل 220v (ΔI) high sensitive



## محاضرة 3

Methods of measurement :-

- # Direct comparison
- # Indirect measurement
- # Substitution
- # Null measurement
- # Differential "analogue"
- # null differential
- # Digital

## [1] Direct Comparison

Comparing with a Standard

(مقارنة)

\* مقارنة على مجهول بشي معلوم

القياس - وزن أطول ( يتجرب أكثر من مرة )

المميزات - high accuracy النسب : مقارنة بال (True value) Standard



Standard ← Is

# يقارن التيار المجهول بتيار Is

عن طريق زيادة قيمة Is تدريجياً

حتى الوصول لحالة الاتزان  $I_s = I_x$ 

## [2] Indirect measurement

The current can be measured using a weight

تستخدم في معظم أجهزة القياس



تساوي القوتين

(كل فعل رد فعل)

ع - الميزان

المؤشر يوقف لها وزن الجسم = وزن أوقوه الميزان  
المؤشر على الجسم



# لو كان الجهاز high sensitivity سيكون فيه نسبة خطأ أكبر  
النوع ١ - Random Errors

Resolution - أنا اللي بفتحكم فيه

الدقة ← Accuracy  
السرعة ← precision  
True value (مقارنة القيمة الحقيقية)  
قياس بين القراءات وبها (9.99, 10.01)  
Accuracy (مقارنة القيم بوحدها) - أصلا تكون

$$1 - \delta_r = 1 - \frac{(\text{measured} - \text{True})}{\text{True}}$$

True value هو المقاس  
Accuracy

→ random = 0

١. إذا كان accuracy عالية عن precision (✓) accept random error  
→ لأنه يعني فيه قربة من True فأنت كل القيمة قريبة من بعض  
٢. العكس صحيح (✗)

→ ممكن تكون الأرقام قريبة عن بعض ولكن غير قريبة من القيمة الـ True



→ في حالات ممكن تكون False  
random error

$$\text{efficiency (الكفاءة)} = \frac{\text{Output}}{\text{input}}$$

$$\uparrow \eta = \frac{R_m (\text{internal resistance})}{\text{Full scale (Voll)}} = \frac{\infty}{FS} = \infty$$

مقاومة series  
تدو ليعبر مقاومة الداخلية كبيرة المستأني بس أوضح

تحسين كفاءة الجهاز كقولنا فيه زيادة المقاومة الداخلية

$$\uparrow \eta_{\text{meter}} = \frac{I}{I^2 R_k} = \frac{1}{IR} = \frac{1}{I(0)} = \infty$$

مقاومة parallel

تحسين كفاءة الجهاز كالمعبر ، تقليل المقاومة الداخلية



③

error  $\rightarrow \delta_o = SA = A_m - A_t \rightarrow \text{true}$  (static or absolute error)  
 $\delta_r = \delta_o / A_t = (A_m - A_t) / A_t$  (relative error)  
 $A_t = A_m / (1 + \delta_r)$

Static correction:

$$- \delta_o \rightarrow \text{إزالة الخطأ}$$

Ex.

An instrument is used to read a voltage of 120 V, where the reading was 119.4 V. Calculate the static error and the static correction for the instrument.

Sol.

$$\text{Static error} \rightarrow 119.4 - 120 = -0.6 \text{ V}$$

$$\text{Static correction} \rightarrow - \delta_o = - SA = 0.6 \text{ V}$$

Sensitivity:  $\frac{\text{input}}{\text{output}}$   $\frac{\text{إدخال}}{\text{إخراج}}$

input  $\rightarrow$   $\frac{\text{التيار الذي يدخل إلى الجهاز}}{\text{5 A}}$   
 Output  $\rightarrow$   $\frac{\text{إسقاط الفولتية}}{\text{20 mm, 10 mm}}$

10 mm

20 mm

5 A  $\times$  10 mm  
 20 A  $\times$  40 mm  
 0.2 A  $\times$  0.4 mm  
 0.1 A  $\times$  0.2 mm

5 A  $\times$  20 mm  
 20 A  $\times$  80 mm  
 0.2 A  $\times$  0.8 mm  
 0.1 A  $\times$  0.4 mm

لنرى هنا أن حساسية الجهاز منخفضة جداً  
 لأننا نحتاج إلى تغيير كبير في الإدخال  
 للحصول على تغيير بسيط في الإخراج  
 Sensitivity





Measurement range

→ single range

→ multi range



### # Nominal Value

بیانات مذکورہ سے قبل الاحصاء

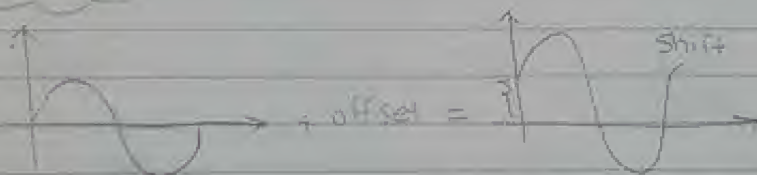
### \* Calibration

محمد صالح

المعارف سنة ١٩٥٠م

⇒ Types of error :-

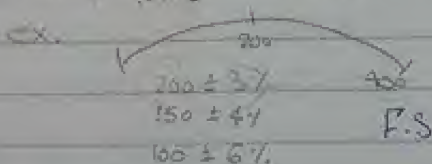
1. Systematic error → مخناتبات (bias)
2. Random error → مخناتبات العشوائية (noise)
3. Gross error → User error
4. Limiting error → (محدودية الدقة)
5. Static error → الوحيد الذي يمكن تصحيحه ، هو التزوير في القيمة الأصلية



CX والتميز

2022/05/08

- ② أجهز الاستقبال - لتوفير مقاومة ضارة بالانارة توصيل في تكملة ذلك  
الأنوار حاملة التيار حسب مجال
- ③ وزن الجسم في تولد اهتزازات
- \* صوب المتابعة
- # الوجود في وقت عدم القدرة على العمل
- ③ نسبة تامة من ال Full-Scale (FS)
- ① اقرأ عن ال FS لان ال limiting error يمكن ان ال (قوة ال FS)



بدر ایضاً



⇒ Errors:

التعريف True value - measured value

# الفرق بين القيمة الحقيقية والقيمة المقاسة

① instrument خطأ في الجهاز (الوقت)

② User خطأ من المستخدم

③ multi-equipment

↓  
معدن

⇒ Functions of measuring instrument

# مهام أجهزة القياس

① Indicate القياس

② Record

③ Control





... قياسات كهربائية ...

## Chapter # 1

ملاحظة 1 :-

Define :-

# Resistor (element) عازل

# Resistance مقاومة

المقاومة التي يملكها عازل عند مقارته (1 volt) والتي يمر به تيار (1A)

→ when (1 volt) is applied on the conductor flowing of current of (1A)

$$R(\Omega) = \frac{V}{I} \quad , \quad R = \frac{PL}{A}$$

# Voltage drop

# السقط الجهد لكل وحدة الشحنة الكهربائية عند التقدير

# volt

# فرق الجهد الذي يسقط لكل شحنة مقارته (1 جول) لكل وحدة مقارته (1C)

# Force (N)

$$F = m \cdot a$$

# وحدة كتلة 1 kg

← تعريف : القوة التي تسبب تسارع 1 kg كتلة 1 m/s<sup>2</sup> تسارعا

$$F = \text{work} / \text{distance}$$

# السقط الميكانيكي لكل وحدة مسافة (1m)

← تعريف : السقط الميكانيكي لكل (1m)

measurement : (Key words)

process : Determine (Obtain), Value (magnitude), (Quo

→ experimentally

↗ قياسات

Errors

